中華農業研究 28(2)：67～77 (1979)

球莖甘藍低温處理對開花影響之研究[1]

沈 再 發 莊 順 中[2]

摘要：1.本試驗爲研究春化處理對北平球莖甘藍開花所需之低溫條件，及花之發育與植株體內成分之代謝情形。藉以瞭解其花芽發育之生理。

2.北平球莖甘藍本葉13葉（莖粗 6 mm）以上，才能對春化處理有感應。將達到感應之幼苗，行 30 天以上，8°C 之低溫處理才能誘導達到開花之效果。

3.結球成株之球莖甘藍，在 8°C 暗處低溫處理6週以上，也可達到開花效果。

4.成球低溫處理與花芽分化及植株體內成分之代謝情形如下：（1）在低溫處理的第一週期間，糖類含量增加，氮素含量減少，C/N 率提高。（2）經一週之低溫處理後，即可引起花芽分化。於花芽分化時，糖類含量急劇增加，達一高峰，C/N 率亦同。隨著低溫處理之加長，花芽分化更爲發育，但糖類含量則逐漸降低，同時植物體吸收氮素，使 C/N 率降低。（3）低溫處理期間長者花蕾之發育迅速，而且形成完全花。隨側芽及萼片之發育後，糖類含量愈爲降低。達開花期者，糖類含量繼續下降，C/N 率更降低。不能達開花期者，則糖類及C/N率維持穩定。（4）因此，可歸結爲自低溫處理到花芽分化期糖類含量增加而氮素含量減少，形成高 C/N 率。於花芽分化後到抽苔期，則糖類減少或氮素含量增加，C/N 率降低。

5.亞熱帶地區的臺灣，將北平球莖甘藍在 2,000m 之高冷地行充足春化處理後，移至溫暖乾燥之平地可達開花採種之目的。

北平晚生球莖甘藍爲綠植物春化型（Green plant vernalization type）作物，此品種在本省平地無法自然開花，因此無法採種，每年種子均需賴進口。在溫帶地區，可以利用自然的低溫，以滿足其開花條件，而臺灣由於位處亞熱帶，平地之冬季低溫條件不足。但是高冷地的冬季氣候，有如溫帶地區一樣，如在高山行春化處理，則可達到開花目的。

基於此，首先爲瞭解其抽苔開花生理，以不同苗齡，行不同低溫和時間的處理，以求知其低溫感應苗齡的大小，及低溫要求度和期間。依據此開花條件，找出所適合的高冷地區。並在適當的時期，行高冷地春化處理，經充足春化處理後，再移到有利於採種條件的低溼度之平地採種。可避免因開花和種子成熟期適逢高山之雨季而易招致採種的失敗。

同時爲育種上行選拔時之需要，選拔出之球莖甘藍結球，行不同期間的低溫處理。並研究分析其花芽分化情形與植株體內成分之變化。並於低溫處理後，於一定時間內同時取出生長點，行花芽分化檢查，以配合上述分析研究工作。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 872 號・本試驗之完成承國科會 77（NSC）-A14-A-2603 之補助，碳水化合物承臺大園藝系鄭正勇教授賜予分析・謹此誌謝。

2. 本所技正兼鳳山熱帶園藝試驗分所分所長及技士。臺灣省 高雄縣 鳳山。

材 料 與 方 法

試驗一

不同苗齡對低溫處理之效果：爲分別苗齡大小起見，分成 11 月 29 日，12 月 9 日及 12 月 18 日三期播種。於達到規定大小時，將此不同苗齡球莖甘藍在 3 月 9 日一次挖起，放置於潤溼水苔箱內行8°C 低溫處理（定溫箱內 12 小時照明）18、28、38 日後，再移田間定植，並調查其開花情形。另設不行低溫處理區以資對照（圖 1）。本試驗之設計示於圖 1。

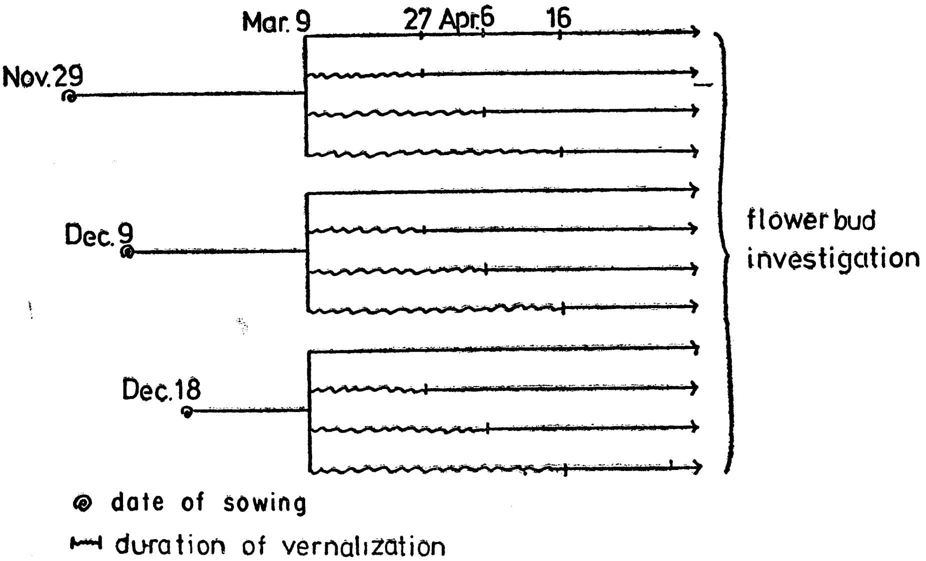


圖 1. 試 驗 計 畫 I
Fig. 1. Experimental plan I

試驗二

結球成株之低溫處理效果與花芽分化及體內成分之代謝情形：種子於 9 月 1 日播種，10月 1 日按一般栽培方式定植。於 12 月 3 日結球時，將植株挖起，除去葉片，以球莖帶根放於溼潤水苔上，行8°C 暗室低溫處理。自 12 月 10 日起每隔一週取出 20 株，連續七週定植於田間，並定時取樣及開花調查。（圖 2）。

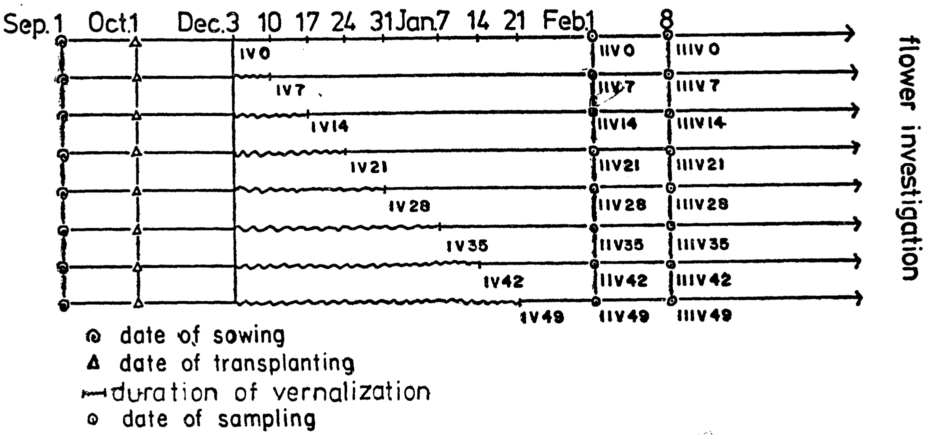


圖 2. 試 驗 計 畫 II
Fig. 2. Experimental plan II

在每次低溫處理畢行定植之同時，隨即取樣分析碳水化合物及氮素。元月 21 日全部低溫結束，在田間栽培至2月1日及2月8日，將各處理任取一球莖甘藍，除將其生長點作封臘切片，觀察其花芽分化情形外，同時將該株之球莖烘乾取樣，行氮及碳水化合物等成分分析。氮素用 Kjeldahl 法，可溶性糖及澱粉以 Anthrone 方法，還元糖 Somogyi 法測定。

試驗三

高冷地實際應用春化處理試驗：9月9日平地播種之植株至11月15日已達能感低溫之苗齡時，移至高海拔之福壽山農場行春化處理栽培。春化栽培後，分別在元月28日及2月18日兩個時期從山上移回平地栽培並行開花情形調查。每期調查數目皆在一百株以上。另設不行高冷地春化處理以資對照。

結果與討論

一、不同苗齡對低温處理之效果

三次不同播種期苗齡之大小平均分別爲展開葉數 15，12.5 及 8.5，莖粗直徑爲 8.6，5.5 及 2.0 mm。（表1）。

表 1. 北平球莖甘藍低溫處理開始時之不同苗齡狀況、（3月9日）
Table 1. The Status of different seedling of Peiping Kohlrabi at the beginning of low temperature treatment. (Mar. 9) [a]

Seedling group	Date of Sowing	Days after Sowing	Number of expanded leaves	Size of stem in diameter (mm)
I	Nov. 29.	100	15.0	8.6
II	Dec. 9.	90	12.5	5.5
III	Dec. 18.	81	8.5	2.0

a. See fig. 1. for reference of experimental plan.

表 2. 不同低溫處理 (8°C) 期間對不同苗齡的北平球莖甘藍之抽苔開花影響
Table 2. The bolting behavior of Peiping kohlrabi as influenced by various durations of low temperature treatment (8°C) at different seedling stages.

Seedling group	Duration of treatment. (day)	Number of plants		Percent of plants flowered
		Treated	bolted	
	0	6	0	0
	18	6	4	67
	28	6	6	100
	38	6	6	100
II	0	6	0	0
	18	6	5	83
	28	6	6	100
	38	6	6	100
III	0	6	0	0
	18	6	0	0
	28	6	0	0
	38	6	0	0

a. See fig. 1. for description of treatments.

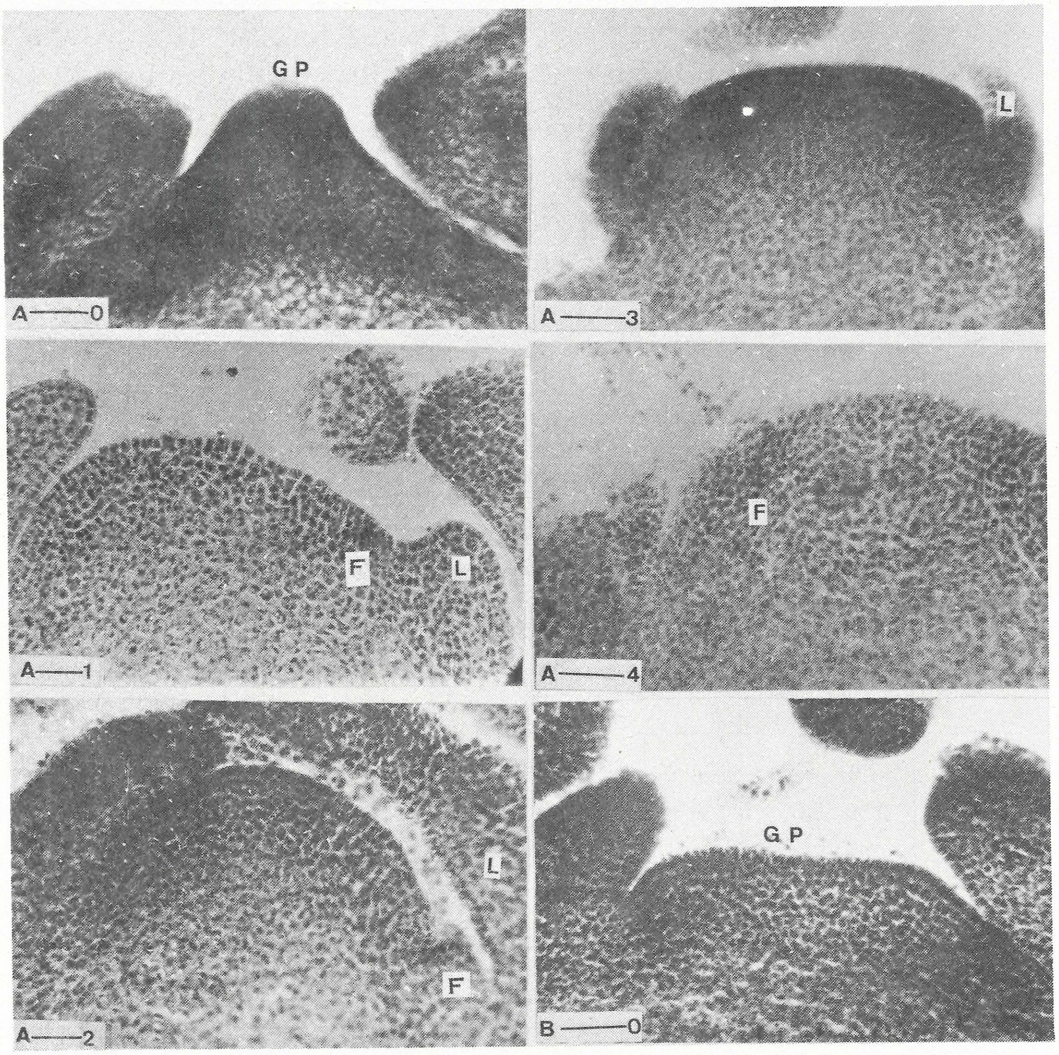
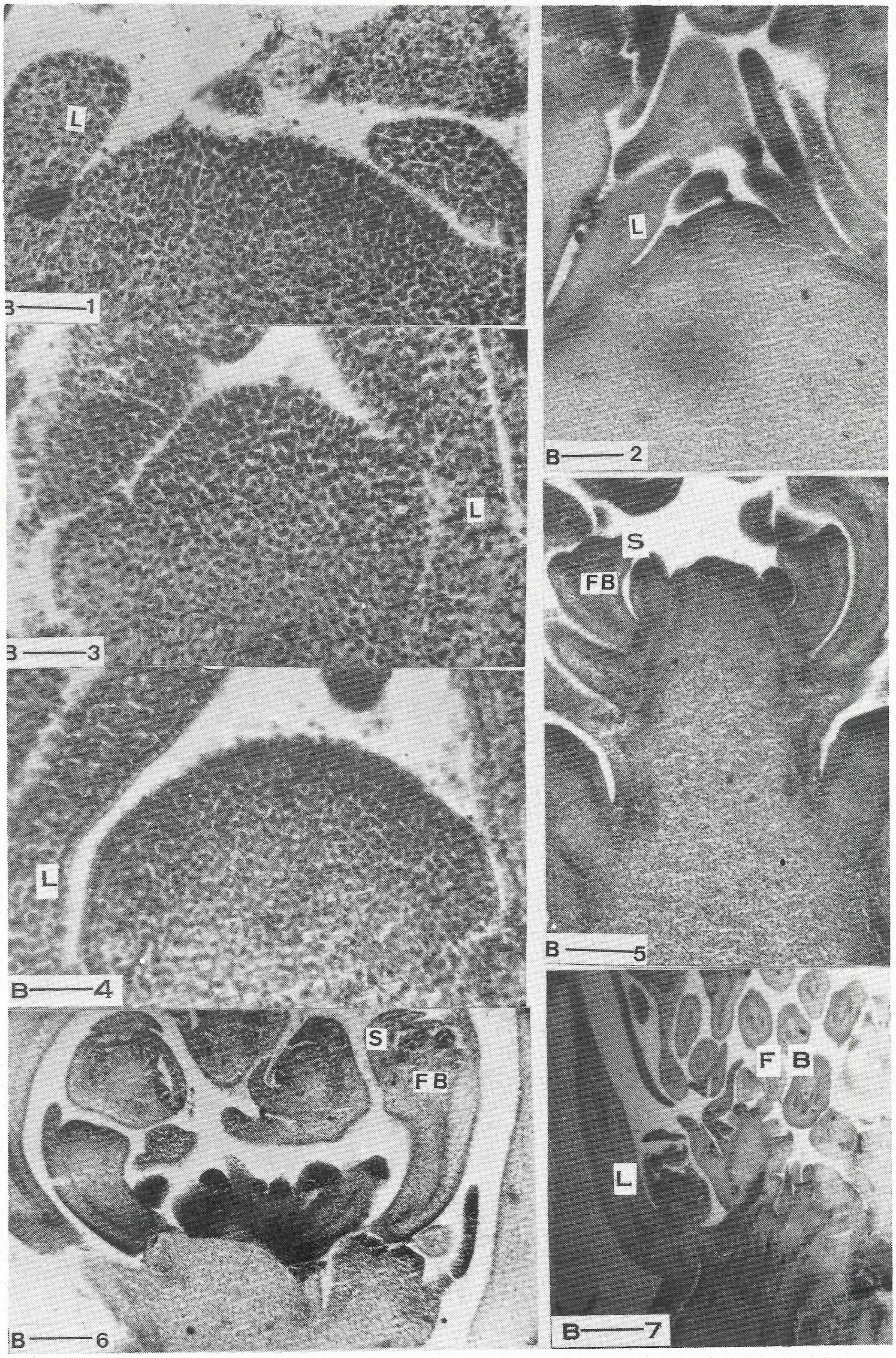


圖 3. 不同期間的低溫處理對北平球莖甘藍花芽分化的情形

Fig. 3 Floral development the swollen stems of Kohlrabi treated with different duration of low temperature (8°C) . See Fig. 2. for reference of experimental plan.

A. Investigated on Feb. 1, 1977. -0. Non-treated (Stage IIVO) —Growing point (G P) raised. Vegetative adult. -1. One-week treated (Stage IIV7) —Growing point globular and floral primodia arise in the axils of the leaf primodia. F shows heavily stained cells where the floral primodia was initiated. L shows a leaf primodia was formed. -2Two-weeks treated(Stage IIV 14)—Floral primodia arised, the same as A-1. -3. Three weeeks tretaed (Stage IIV 21) —The apex gradually grew higher and thicker. -4. Four weeks treated (Stage IIV 28) —The width and height of apex were more developed.

B. Investigated on Feb. 8, 1977. -0. Non-treated (Stage IIIV 0) —Flat apex. -1. One week treated (Stage IIIV 7) —Growing point globular, no farther developed. -2. Two-weeks treated (Stage IIIV 14) —As same as B-1. -3. Three weeks treated (IIIV 21) —Floral primodia arise in axils of the leaf primodia. but still keep the stage as same as A-3. -4. Four weeks treated (IIIV 28) —Floral primodia did'nt develop to form flower bud. 5, Five weeks treated (IIIV 35) —Flower bud (FB) and sepal (S) were formded. 6. Six weeks treated—Flower bud (FB) and sepal (S) were more developed. -7. Seven weeks treated—Flower buds (FB) were developed completely and bolting.


L
B——1
L
B——2
L
B——3
S
FB
B——5
L
B——4
S
FB
B——6
F B
L
B——7

將此苗置於 8°C 定溫箱內行 18 、28及 38 天低溫處理結果：第一期播種苗莖粗達 8.6 mm者，不行低溫處理完全不開花，低溫處理 18、28、38 天，其開花率分別爲 67、100 及 100 %。第二期播種苗莖粗 5.5 mm 者，不低溫處理仍不開花。18、28、38 天低溫處理之開花率分別爲 83、100、及 100 %。第三期播種苗莖粗 2.0 mm 者，無論有無低溫處理，皆無達到開花效果（表2），此結果顯示北平球莖甘藍，於13展開葉數以上（莖粗 6 mm），至少在 8°C 持續有一個月以上，才能達到開花結果。

二、結球成株之低溫處理與花芽分化及體內成分之代謝情形

1.各處理分別於2月1日及2月8日兩次同時取樣，其生長點行封臘切片觀察結果：2月1日之無低溫處理者，生長點呈突起狀（圖3. A-0））。7天與14天處理者已呈球狀突起，並有花原基形成出現（A-1.2）。21天處理者，花芽分化高起於頂芽上（A-3）。28天處理者，花原基繼續往上形成（A-4）。35～49天，則有花蕾之形成。2月8日之無處理者，生長點呈平坦狀（B-0），7與14天處理者，仍保持圓球狀突起（B-1, B-2）。21天處理者，則分化部位突起（B-3）。28天處理者，花原基仍未形成花蕾（B-4）。35～42天處理者，則萼片及花蕾已完成（B-5,B-6），49 天處理者則有抽苔現象（B-7）。至於開花情形，從2月 15 日起，除無處理（對照）與處理時間較短者無

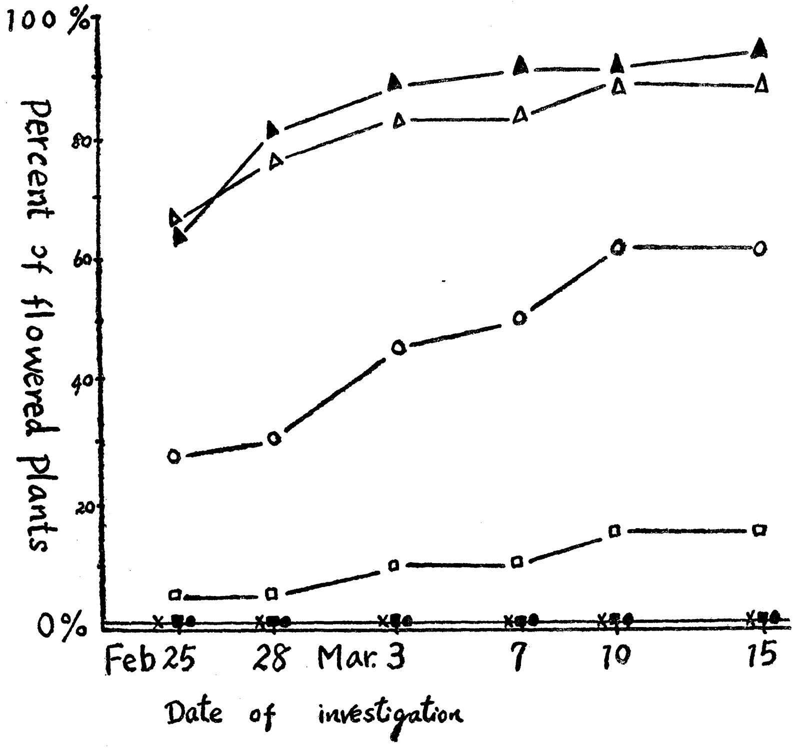


圖 4. 不同期間的低溫處理對北平球莖甘藍之開花效果

Fig. 4. Effect of different duration of low temperature treatment (8°C) on the flowering behevior of Peiping kohlrabi. plants were sown on Sept. 1, transplanted on Oct. 1, and treatment started on Dec. 3. Swollen stem were vernalized for : × : 1 week ; ■ : 2 weeks ; □ : 3 weeks ; ● : 4 weeks ; ○ : 5 weeks ; △ : 6 weeks ; ▲ : 7 weeks

開花外，其他皆能陸續開花。到3月 15 日為止，其開花率分別為低溫處理三週者 16.3 %，五週者 91.1 %，六週者 88.9 %，七週者 94.6 %（圖4）。低溫度處理時期長者，其開花快，而且形成完全抽苔開花。低溫期間短者，則不開花或形成不完全開花。

有關低溫處理結束與移出戶外栽培，其球莖碳水化合物與氮素之變化情形如表3。在低溫處理期間全氮含量無大變化（ⅠV0→ⅠV49）。可溶性氮，在低溫處理三週也無大變化（ⅠV0→ⅠV21），但是第四週起則隨低溫期增長而有增加之趨勢（ⅠV28－ⅠV49）。全糖、還元糖，在低溫處理期間

表3. 不同低溫處理期間對北平球莖甘藍之球莖內碳水化合物與氮素含量之變化情形

Table 3. Changes of carbohydrates and nitrogen contents in the swollen stem of Peiping kohlrabi treated under low temperature with different durations. *a* (Percent on dry matter)

Treatment	Nitrogen			Soluble Sugar			Starch	Total Carbohydrates	C/N	Total Soluble suger/N
	Soluble	Insoluble	Total	Reducing	Non-reducing	Total				
ⅠV 0	2.16	2.28	4.44	23.25	1.63	24.88	3.86	28.84	6.50	5.60
ⅠV 7	2.13	1.83	3.96	24.11	3.70	27.81	3.77	31.58	7.98	7.02
ⅠV 14	2.13	2.66	4.79	20.33	4.36	294.6	4.57	29.26	6.11	5.15
ⅠV 21	2.19	2.45	4.64	23.15	4.71	27.86	3.57	31.43	6.77	6.00
ⅠV 28	2.59	1.97	4.56	23.81	5.14	28.95	2.58	31.53	6.35	6.78
ⅠV 35	2.55	2.64	5.91	19.99	6.61	26.60	3.68	25.28	4.28	3.66
ⅠV 42	2.65	1.44	4.09	—	—	—	—	—	—	—
ⅠV 49	3.09	3.16	6.25	18.88	2.84	21.72	3.81	25.53	4.09	3.48
ⅡV 0	1.38	1.85	3.23	29.06	5.37	34.42	3.68	38.10	11.80	10.66
ⅡV 7	1.38	1.55	2.93	36.71	3.54	40.25	3.46	43.71	14.92	13.74
ⅡV 14	1.57	2.04	3.61	20.55	6.52	27.07	3.95	31.82	8.81	7.50
ⅡV 21	1.84	3.06	4.90	13.67	4.62	18.29	4.21	22.49	4.59	3.75
ⅡV 28	1.93	2.59	4.52	12.45	3.71	16.16	4.94	21.10	4.67	3.58
ⅡV 35	2.68	2.28	4.96	6.04	4.61	10.56	5.61	16.26	3.28	2.15
ⅡV 42	2.81	2.80	5.61	9.82	8.76	18.58	4.64	23.22	4.14	3.31
ⅡV 49	2.95	2.23	5.18	9.58	3.42	13.00	5.05	18.05	3.49	2.51
ⅢV 0	1.50	1.59	3.09	27.70	7.47	35.17	4.67	39.84	11.89	11.38
ⅢV 7	1.67	1.88	3.05	31.21	4.92	37.13	3.99	41.12	13.48	12.17
ⅢV 14	1.87	0.95	1.82	25.86	15.32	41.18	3.67	44.85	15.90	14.60
ⅢV 21	1.56	1.43	1.99	24.11	6.05	31.16	4.05	35.21	11.78	10.42
ⅢV 28	1.89	3.52	5.41	17.39	9.72	27.11	4.27	31.38	5.80	5.01
ⅢV 35	2.49	1.82	4.31	11.28	10.75	22.03	4.59	26.62	6.18	5.11
ⅢV 42	2.59	2.35	4.94	12.80	13.10	25.90	3.01	28.91	5.85	5.24
ⅢV 49	1.70	1.44	3.14	11.40	6.17	17.57	4.20	21.77	6.93	5.60

a.See Fig. 2 for description of treatments.

的初期有增加現象（ⅠV7），而較長期低溫者則又減少（ⅠV35. ⅠV49）。非還元糖之消長無法看出規則變化，但略有隨低溫期間加長而增加到第五週後再下降之趨勢。全碳水化合物於處理期間的初期，維持較高之含量，但處理第五週後則呈現顯著的降低趨勢。C/N 率則第一週略升高（ⅠV7），而從第五週起逐為降低（ⅠV35～ⅠV49）。

低溫處理後在戶外栽培至2月1日之消長情形，全氮素則比起低溫處理期似有減少現象。但是低溫處理較長者有較高之含量。同樣的可溶性氮素明顯的隨低溫處理週數多者有增加的現象。而全糖則自低溫三週起，隨處理期間長而明顯的逐漸含量減少（ⅡV21→ⅡV49）。還元糖亦與全糖具同樣趨勢。在澱粉方面則自三週起隨處理期間長而略有增加，此與全糖、還元糖呈相反的現象。全碳水化合物也是如此，在第一週（ⅡV7）呈高峰後隨低溫期間長而逐漸減少之趨勢。C/N 率則有很大的變化，低溫第一週達高峰後（ⅡV7）就漸降低。自第三週處理起，隨低溫期間長而顯著降低。

戶外栽培再經過一週的2月8日，其全氮與可溶性氮也與前期2月1日大致相同，隨低溫期長而含量略有增加現象，而含氮量比起前期（2月1日）減少。全糖與還元糖也與前期頗為類似，低溫週數愈長者愈為減少。尤其是低溫處理達四週以上者（ⅢV28→ⅢV49），含量更為降低。澱粉則略趨穩定，無多大變化。全碳水化合物含量則自第五週低溫（ⅢV35）起到第七週（ⅢV49）顯著的降低。而 C/N 比率，低溫處理期間短者維持著高比率（ⅢV7—ⅢV21）。低溫處理期間長者比率顯著降低，特別是經四週以上的低溫處理者（ⅢV28→ⅢV49），其能達到開花者，其 C/N 及可溶性糖／N率皆很低。

三、高冷地實際應用春化處理試驗

已達感應之苗齡在福壽山行春化栽培。分兩期自山地移下平地栽培。第一期於元月 28 日移下者，於2月27日開始開花，3月31日開花完畢。第二期2月18日移下者，則於3月8日開始開花，4月2日開花完畢。（Table 4）。兩期皆達到完全開花。不行春化處理者不開花。

表 4. 北平球莖甘藍行高海拔春化處理之抽苔與開花期比較（福壽山 2,200m）

Table 4. Comparison of bolting and flowering dates of Peiping kohlrabi vernalized at high altitude (Fu-Shou-San farm, 2,200m)

Sowing on low land	Transplanting to high altitude	Retransplanting to low land	50% plants bolting	50% plants flowering	Flowering ended
Sept. 9	Nov. 15	Jan. 28	Feb. 14	Feb. 27	March 31
Sept. 9	Nov. 15	Feb. 18	March 3	March 8	April 2

綜觀上之試驗得知北平球莖甘藍於展開葉數達 13 葉以上（或莖粗直徑 6 mm以上）才能對低溫有感應效果。同時於 8°C 低溫條件下需要 30 ～ 40 天以上期間，才能開花。

在育種時需選拔優良母莖。因選拔地點通常在栽培地區，如欲促使其開花，可將球莖挖起，於 8°C 以下溫度至少行5～7週的低溫處理。本省北平球莖甘藍通常平地於 9～10 月間播種，經一個月後定植。收穫時約於 12 月間，在此收穫同時行選拔，再以低溫處理球莖，可達到選種之目的。

在低溫期間，植株內可溶性氮素含量逐漸增加。全糖及還元糖含量於初期增加後又逐漸減少，C/N 比率也有同樣趨勢。低溫處理一週後，生長點由無處理之尖狀突起（圖 3. A-0）變為球圓狀高起（圖 3. A-1）。而全糖、還元糖、全碳水化合物含量在此花芽分化期達到高峰（表 3. ⅡV7），C/N 率也是最高。然後又隨低溫期間長而減少趨勢，生長點由球圓狀發育成花蕾時，其糖類含量隨消耗而減少。C/N 率也隨而降低。本試驗於2月1日和2月8日，觀察花芽形成突起球圓狀時（圖

3. A-1, B-1, B-2），其 C/N 率也達最高（表 3. ⅡV7, ⅢV7, ⅢV14）。隨花蕾之發育（圖 3. B-5.6.7）。其 C/N 率逐漸降低（表 3. ⅢV35→ⅢV49）。也即在低溫處理時所增加之糖分，在花蕾之發育期內逐漸減少。

有關春化處理過程之體內成分的變化有很多報告（Whyte 1948, Crocker 1953）。鈴木（1972）謂甘藍莖部由 Vernalization 全糖增加而誘導花芽形成。西（1963）之以蘿蔔、岩崎（1969）之以白菜、芥菜類等在 Vernalization 過程中，生長點部位糖類之增加也在顯微化學上被確認。Sadik（1968）以花椰菜低溫處理中之莖頂行碳水化合物之測定，於 5°C 處理時，在一週內糖急劇增加，而對照區 20°～26°C 則無多大變化。另最近以組織培養方法證明，無含糖的培養基內不能促使花芽分化（Kimura 1961）。本試驗結果於頂芽形成花芽分化時，全糖含量之增加，氮素之略為減少，並形成 C/N 率的增高。但是花芽分化後，繼之花蕾之形成與發育，抽苔等則更需消耗多量的糖類。或許在此抽苔期呼吸作用之消耗或用於構成細胞壁之用。但相反的，氮素却在糖類消耗同時逐漸的被吸收，以供植物體形成之用。因此，於花芽之形成後到抽苔期間，糖類含量減少，氮素含量略為增加，而形成 C/N 率之降低。江口（1939）謂植物於花芽分化前後期對日照反應不相同，花芽分化為營養生長到生殖生長轉換之重要時期。篠原（1959）根據 Whyte（1938）所發表之 Phasic development Theory，將十字花科蔬菜綠植物春化型（Green plant vernalization type）之發育分第一相為感溫相（Thermo-phase），第二相為感光相（Photo-phase）。本試驗結果以花芽分化之前後期體內成分之代謝情形可歸納如下，第一期低溫感應到花芽分化期；糖類之增高，而氮素之減少，C/N 率升高。第二期為分化後到抽苔期；糖類因消耗而減少，氮素則繼續吸收供應植物體，C/N 率降低，而達抽苔開花。

參考文獻

1. 沈再發・1960・亞熱帶地區甘藍花芽分化的研究・58 年度國科會研究補助報告。
2. 山崎肯哉・1962・數種蔬菜の花芽分化に關する研究，特に環境感受性の生育段階の推移に就て・日本園試報 B1：88-141.。
3. 五島善秋・1964・植物養分と花成の研究—植物養分が—花成に及ぼす影響・160・東京養賢堂。
4. 五島善秋・1968・植物花成の制御—春化處理植物體中の花芽形成促進核酸に關する研究・：97-100 東京養賢堂。
5. 西克久・1968・大根の發芽と Vernalization との關係に關する研究。（第 4 報）・農學研究 52(3)：139-144。
6. 江口庸雄・1939・植物花芽分化前と花芽分化後に於ける日照時間に對する反應の研究・千葉高園藝學報 4：1-112。
7. 岩崎文雄・1969・菜類の抽苔に關する研究（第 5 報）・日本園學雜 38(4):325-328。
8. 渡邊誠三・1954・甘藍品種の生態學的研究・農研報告 E 3:1-12・
9. 篠原捨喜・1959・抽苔現象の種生態學的研究・靜岡農試特別報告 6：1-166。
10. Boswell, V. R. 1929. Studies on permature flower formation in winter-over cabbage. Md. Agr. Exp. Sta. Bull 313：69-145.
11. Ito, H., T. Saito, and T. Hatayama. 1966. Time and temperature factors for the flower formation in cabbage. Tohoku Jour. Agric. Reas. 17 (1) : 1-13.
12. Ito, H. and T. Saito, 1961. Time and temperature factor for flower formation in cabbage. Tohoku Jour. Agric. Reas. 12 (4) : 297-316.
13. Eguchi, T., K. Kagawa., Y. Oshika., Y. Miyata and T. Koyama. 1955. Studies on the seed production in cabbage. Bull. Nat. Inst. Agri. Sci. Jap. Ser. E4：217-264.

14. Kimura, K. 1961. Effect of temperature and nutrient on flower initiation of *Raphanus sativus* L. in total darkness. Bot. Mag. Tokyo 74 : 361-368.

15. Kraus, E. J. and H. A. Kraybill. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to tomatoes. Oregon Agr. Coll. Exp. Sta. Bull. 149 : 1-90.

16. Miller, F. C. 1929. A study of some factors affecting seed-stalk development in cabbage. Cornell Univ. Agri. Exp. Sta. Bull. 488 : 1-46.

17. Sadik, S. C. and J. L. Ozbun. 1968. The association of carbohydrates changes in the shoot tip of cauliflower with flowering. Plant Physiol. 43 : 1696-8.

18. Suzuki, Y. 1972. Studies on vernalization in some cole and root vegetables, especially on the transition of the low temperature sensitivity and the metabolic changes during vernalization. Rept. Fac. Agric. Tokyo Univ. Educ. No. 18 : 27-92.

19. Thompson, H. C. 1940. Temperature in relation to vegetative and reproduction development in plant. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37 : 672-9.

20. Wang, P. J. 1969. Changes in the anatomical structure of the shoot apex of To-pe-tsai (*B. chinese* L.) during transition from the vegetative to the reproductive state and the determination of the bolting. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 38 (1) :52-59.

21. Whyte, R. O. 1938. Phasic development of plant. Bio. Rev. 14 : 51-81.

Effecf of low temperature treatment on flower development in Peiping kohlrabi [1]

Tzay-Fa Sheen and Shun-Chung Chuang [2]

Summary

1. The experiments were carried out to investigate the condition and development of flowering, associated with metabolic changes of carbohydrates and nitrogen in relation to low temperature treatment of Peiping kohlrabi in order to find the physiological causes for the flower development.

2. Peiping kohlrabi is a green vernalization type plant. The sensitivity to low temperature treatment occurs at a certain stage of the seedling's development, that is after a size of at least 13 expanded leaves(or more than 6 mm of stem diameter). The results show that a low temperature treatment of 8°C for at least 1 month is required.

3. For the purpose of selection the mature kohlrabi were exposed at 8°C under dark condition for 6 weeks to induce complete flowering.

4. The following metabolic changes in the swollen stems were associated with the development of flower bud differentiation : a. The metabolic changes in the swollen stems during the vernalization period showed that the content of carbohydrates

1. Contribution No. 872 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior Horticulturist and Director ; Assistant Horticulturist. Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, respectively, TARI. Fengshan, Kaohsing Hsien, Taiwan 830. ROC.

increased while the total nitrogen content decreased during the first week of treatment. Especially, the sugar content in the swollen stems increased rapidly by early low temperature treatment. b. One week of low temperature treatment (8°C) lead to flower initiation after the end of exposure. At the time of flower initiation the sugar content reached its peak. The C/N ratio also was at a high level. The longer the low temperature treatment, the more floral organs developed and the more sugars were consumed while the nitrogen content gradually increased. c. The experiment showed that the longer duration of low temperature treatment not only accelerated the development of floral organs, but also promoted perfect flowering. When axillary flower bud and sepal developed, the sugar content decreased. The plants which had bolting of flowering consumed more sugars which lead to a lower C/N ratio. On the contrary, those plants with a shorter period of low temperature treatment, while maintaining a higher sugar content and C/N ratio, did not develop flower or only inperfect flower. d. It can be concluded that during the period from low temperature treatment to flower initiation increasing total sugar and decreasing nitrogen compounds contents form a high C/N ratio while in a later stage, from flower initiation to bolting, a low C/N ratio is caused by a decrease of sugar content and a increase in the content of nitrogen compounds.

5. In subtropical Taiwan the low temperature requirement for the seed production of Peiping kohlrabi cannot be fulfilled. However, it is possible, to expose plants at high altitudes (2,000m above sea level) for a period of vernalization whereafter flower development and seed production can be performed in warm and dry lowlands.